

長距離 RFID 利用時の電波障害の解明と改善 (082309008)

A Study of the Electromagnetic Interference which Happens when Long Distance RFID is used inside Buildings and a Suggestion of Ways to Reduce it

研究代表者

松永真由美 愛媛大学

Mayumi Matsunaga Ehime University

研究分担者

松永 利明[†] 松岡 剛志^{††} 倉橋 真司^{†††} 加藤 秀教^{†††} 西内 正樹^{††††} 武智 朋之^{††††}

Toshiaki Matsunaga[†] Tsuyoshi Matsuoka^{††} Shinji Kurahashi^{†††} Hidenori Katoh^{†††}

Masaki Nishiuchi^{††††} Tomoyuki Takechi^{††††}

[†]福岡工業大学 ^{††}九州産業大学 ^{†††}愛媛県産業技術研究所 ^{††††}(株)タケチ

[†]Fukuoka Institute of Technology ^{††}Kyushu Sangyo University

^{†††}Ehime Institute of Industrial Technology ^{††††}TAKECHI Co.,LTD

研究期間 平成 20 年度～平成 21 年度

概要

長距離 RFID を建造物内で使用した際に発生する電波障害を、(1)電磁界解析により解析し、(2)低減する有効な改善方法を提案した。UHF 帯 RFID 技術の実用化は、建造物内で発生する電波障害が問題となり進んでいない。建造物内には電波障害物が多く、電波の送受信をうまく行えないからである。そこで、電磁界解析と実験により建造物内の電波伝搬を解析し電波障害発生要因を解明した。その上で、アンテナ特性の改善や薄型電波吸収体を用いた改善方法を提案した。

Abstract

Electromagnetic interference occurring frequently when long distance RFID system is used inside buildings has been analyzed by electromagnetic theories and effective ways to reduce the electromagnetic interference have been suggested. Practical implementation of UHF band RFID has not so progress as to be expected due to holding a problem such as electromagnetic interference happening inside buildings. This is because communication between transmitters and receivers of RFID makes difficult by obstacles located inside buildings. In this study, first the primary factors of electromagnetic interference occurring inside buildings have made clear by analyzing electromagnetic waves propagating there by electromagnetic theories and experimental measurement. And then, effective ways to enhance efficiency of communication performance of RFID by improving characteristics of antennae and using thin electromagnetic wave absorbers have been suggested.

1. まえがき

長距離 RFID の普及と発展を妨げる、電波障害の発生メカニズムの解明と、電波伝搬環境の改善方法の提案が本提案課題の目的である。長距離で広範囲な情報管理システムへの応用を期待して UHF 帯が RFID 用途に開放されたが、室内や倉庫の様な建造物内には電波障害物が多く、これらに起因する電磁波の多重反射、減衰、偏波特性の変化、電波干渉などの電波障害が問題となり RFID の実用化は進んでいない。したがって、このような電波障害回避技術の提案は急務である。そこで、長距離 RFID の普及が思うように進まない現状を打破するために、電波障害物に起因して発生した電波干渉などの電波障害を、(1)電磁界解析と実験的検討により解明し、(2)長距離 RFID の利用が見込まれる建造物内の電波伝搬の様子をシミュレーションし電波障害の発生箇所を推定、(3)アンテナ特性の改善と薄型電波吸収材料の導入により電波伝搬環境を改善する方法を提案した。

2. 研究内容及び成果

(1) 建造物内および近傍における電波伝搬の実験的解析に関する研究

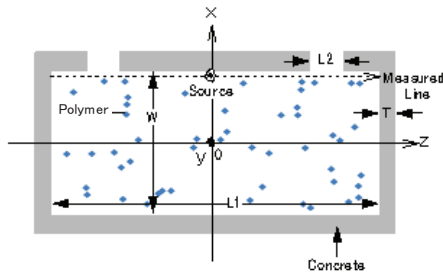
建造物内及び近傍における電波伝搬解析が行える実験設備を構成し、様々な建造物構造などについて電波伝搬実験的を行った。本実験設備を用いて、CIP 法の有効性を確

認する実証実験を行ったほか、(1)外壁上に円形の凸起物がある場合、(2)方形建造物が隣接する場合、(3)方形室内に人が多数分布した場合(図 1)、(4)円形ホール内に人が多数分布した場合、(5)床などの表面に凹凸がある場合、(6)十字に交差した廊下内、(7)波形の廊下内、および、(8)廊下と複数の部屋のある鉄筋コンクリート建物内部やその近傍、などにおける電磁波伝搬の様子などを実験的に解析した。図 1 は、窓のある方形室内に人がランダムに分布した場合の(1)解析モデル図、(2)シミュレーション結果および(3)実験結果である。このように実測と測定結果がよく一致する建造物内伝搬シミュレーションが行えるようになった。

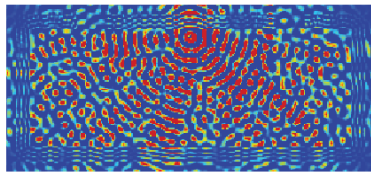
(2) CIP 法による建造物内の電波伝搬解析シミュレーション

建造物内を伝搬する電磁波をより正確に解析できるシミュレーションを確立した。解析結果は、前述した(1)による実験的検証結果により実証を行った。その結果、建造物内を伝搬する電磁波を、従来から有る手法に比べより正確に少ないメモリ量でシミュレーションできようになった。本シミュレーションにより得られた結果は、実験的検証結果により実証したところ、RFID の利用が実際に見込まれる電波障害物が多い空間、つまり曲線境界が多い場合や誘電体と導体が入り組む場合などの複雑な伝搬路解析においては、従来からある手法に比べより正確に解析

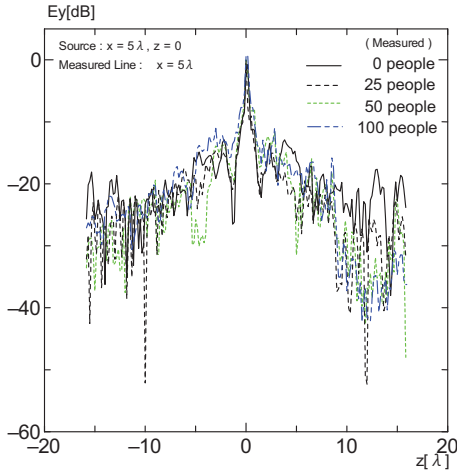
できる事も分かった。



(1)実験モデル



(2)電波伝搬解析結果



(3)測定結果

図1：方形室内に人が多数分布した場合の

(1)実験モデル、(2)シミュレーション結果と(3)測定結果

(3) RFID用小型平面アンテナの開発とアンテナ特性の改善

RFIDの読み取り効率を、アンテナの方向依存性の改善により向上させた。その為に、放射特性がほぼ無指向で円偏波特性を有する小型平面アンテナを開発した。本アンテナは小型平面であることから、RFIDのタグ用としても、基地局用としても応用が可能である。

(4) 薄型電波吸収材の開発と電波伝搬環境の改善

UHF帯の薄型の電波吸収材を開発し、RFID利用環境下での設置効果を評価した。開発した電波吸収材は、磁性ゴムシート材と発砲材の2層構造をしており、厚み10mm以下で垂直入射時および斜入射時(40度)における吸収特性は12dB以上である。本薄型電波吸収材を試作し、実際の建造物内に設置することの効果を用UHF帯RFIDシステムにより実験した。その結果、床面金属面からの反射波を低減させていることが確認でき、通信領域内の電界強度分布を安定化させることがわかった。したがって、設置環境下の電波干渉を解決するために、電波吸収材の有効性が把握できた。

以上の様な研究成果より、まず、開発したシミュレーションによりUHF帯RFIDが実際に使用される建造物の内部構造や電波的障害物を考慮して電波干渉が多く発生する場所と、その場所においては入射角度が40度以下の入射波が主か、40度以上の入射波が主かを特定する。その上で、それぞれの場所に適当な電波吸収材を2層目の発砲材の厚みを変化させて敷設するという対応をすることで事業化が可能ではないかと考えられる。なお、このように本電波吸収材は、2層目の発砲材の厚みを変えることで吸収率の周波数特性や角度依存性を変化させることが可能であることから、実際にUHF帯RFIDが導入されている現場においても、ニーズに応じた対応が可能である。

3. むすび

建造物内でUHF帯RFIDを用いた場合の電波伝搬への影響をシミュレーションし、電波障害を低減する有効な方法を、アンテナおよび電波吸収材の提案により行った。(1)建造物の構造、床・天井・壁などの表面や内部形状、建造物の配置や、建造物内の人の分布などの様々な電波的障害物に着目し、電磁界理論及び実験により解析を行い、このような電波的障害物が電磁波伝搬に与える影響を把握した。(2)RFIDの利用が見込まれる建造物図面から電波伝搬状況を従来に比べメモリ量が1/2以下でより忠実に解析できるシミュレーションを提案した。(3)厚み10mm以下で12dB以上の吸収特性を有する薄型電波吸収材を開発した。また、実際の建造物内に試作した薄型電波吸収材を敷設し、実際にRFIDを利用した場合の設置効果を確認した。本研究成果により、薄型電波吸収体や小型平面アンテナを通じた地域経済の活性化や、大学や産業技術研究所における技術教育を通じた人材の育成、また建造物内の人密度の把握といった長距離RFIDの応用範囲の拡大などの将来的波及効果が今後期待できる。

【誌上发表リスト】

- [1] Mayumi Matsunaga, Toshiaki Matsunaga and Toshiyuki Sueyoshi, "An Analysis of the Effects of Wall Shapes on Electromagnetic Waves Propagating around Buildings", Proceedings of European Microwave Conference pp990-993 (2009年10月1日)
- [2] Tsuyoshi Matsuoka, Mayumi Matsunaga and Toshiaki Matsunaga, "Electromagnetic Wave Propagation Analysis by Using the CIP method and Quadratic Interpolation", Proceedings of Antennas and Propagation Society International Symposium pp1-4 (2009年6月2日)
- [3] Mayumi Matsunaga, Tsuyoshi Matsuoka and Toshiaki Matsunaga, "A Suggested Shape of Spirals for Expanding the Half-Power Beamwidths of UHF Band RFID's Planar Spiral Antennae", Proceedings of International Symposium on Antennas and Propagation pp1422-1425 (2008年10月28日)

【受賞リスト】

- [1] 横田真吾、映像情報メディア学会 放送技術研究会 学生発表部門 優秀賞、"ランダム媒質からなる起伏のある地形における空間内及び媒質内の電波伝搬"、2010年1月28日
- [2] 横田真吾、電子情報通信学会 九州支部 学生会講演奨励賞、"ランダム粗面における空間内及びランダム媒質内の電磁波散乱"、2010年3月

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://mmayumi.weblogs.jp/>